





ベルシャトー立川 1103 Tokyo (JP). 長内 長栄 (OSANAI, Hisaei) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 滝澤 剛 (TAKIZAWA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 島津 和久 (SHIMAZU, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 長谷部 一秀 (HASEBE, Kazuhide) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 山本 博之 (YAMAMOTO, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 幸正 (SAITO, Yukimasa) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 山賀 健一 (YAMAGA, Kenichi) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、上端に開口部を有する加熱炉本体と、前記加熱炉本体の内壁に設置された加熱手段と、前記加熱炉本体の内部に收容された単一の管からなる反応容器と、前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、前記排気配管接続部の周囲に設けられた第 1 温度制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

## 明 細 書

## 熱処理装置

## 技 術 分 野

本発明は、半導体ウエハ等の被処理体の熱処理に適した熱処理装置および熱処理方法に関する。

## 背 景 技 術

従来、半導体製造プロセス中において、被処理体である半導体ウエハの表面に、薄膜や酸化膜を積層する工程や、あるいは、不純物の拡散等を行う工程がある。これらの工程において、CVD装置、酸化膜形成装置、あるいは拡散装置等の熱処理装置が用いられている。

これらの熱処理装置においては、複数枚の被処理体であるウエハが、ウエハボートと呼ばれる保持具に垂直方向に配列されて搭載され、高温加熱されたプロセスチューブと呼ばれる反応容器内に収容される。そして、反応容器内に反応ガスが導入されて、ウエハの熱処理が行われている。

従来使用されている縦型熱処理装置の例を図4に示す。

図4において、加熱炉本体1は、ベースプレート3上に載置されている。加熱炉本体1の断熱層の内周面には、抵抗加熱ヒータ4が設けられている。

加熱炉本体1の内部には、反応容器（プロセスチューブ）が設けられている。反応容器は前記の抵抗加熱ヒータ4によって囲繞されている。反応容器は、上端が閉じている外管21と、外管21内に同心状に設置された内管22と、を備えた2重管構造である。反応容器は、被処理体であるウエハを処理するための処理雰囲気空間を形成するため、気密に保持されるようになっている。外管21及び内管22は、それぞれ、例えば石英からなる。

外管21及び内管22は、各々その下端にて、ステンレス等からなる管状のマニホールド5aに保持されている。マニホールド5aの下端開口部には、当該開口を気密に封止するための反応容器下部蓋体10が、開閉自在に設けられている。

## 2

前記反応容器下部蓋体 10 の中心部には、回転軸 14 が、例えば磁性流体シール 15 により反応容器の気密状態を維持したままで回転可能に挿通されている。回転軸 14 の下端は、昇降機構 16 の回転機構に接続されている。回転軸 14 の上端は、ターンテーブル 13 に固定されている。前記ターンテーブル 13 の上方には、保温筒 12 を介して、被処理体保持具であるウェハポート 11（被処理体ポート）が搭載されている。このウェハポート 11 に、複数枚のシリコンウェハ W が、棚状に整列載置されている。ウェハポート 11 は、例えば石英製である。

前記マニホールド 5 a の下部には、ウェハ処理用のガスを反応容器内管 22 内に導入するための単数もしくは複数のガス導入管 9, 9' が、水平に挿設されている。このガス導入管 9, 9' は、図示しないマスフローコントローラを介して、図示しないガス供給源に接続されている。

また前記マニホールド 5 a の上部には、外管 21 と内管 22 との間の間隙から処理ガスを排出して反応容器内を所定の減圧雰囲気を設定するように、図示しない真空ポンプに連結された排気管 20 が接続されている。

以下、このような熱処理装置を用いた半導体ウェハ処理プロセスについて説明する。

上記熱処理装置を用いた半導体処理プロセスは、おおむね、熱処理装置の予備加熱工程、被処理体であるウェハポートのローディング工程、熱処理工程、冷却工程からなっている。

予備加熱工程は、シリコンウェハ装填後速やかに処理工程に移れるように、シリコンウェハを装填する前に熱処理装置を予熱しておく工程である。

次のローディング工程では、シリコンウェハが載置されたウェハポートが、加熱炉内に装填される。

次いで、熱処理工程においては、反応ガスが反応容器中に導入され、シリコンウェハが熱処理される（所期の処理が行われる）。

そして、シリコンウェハに対する処理が完了したら、加熱及び反応ガスの供給が停止され、反応容器中に残存している反応ガスおよび生成ガスが窒素ガスを用いて排除されつつ反応容器が冷却される（冷却工程）。

ところで、近年、特に半導体製造装置のスループットを上げることが求められ

ており、さまざまな改善がなされている。

半導体ウェハ表面の膜質に影響を及ぼすことなく上記半導体処理プロセスのスループットを上げるためには、予備加熱工程および冷却工程の時間を短縮することが最も実現性が高い。そして、これらの工程の時間を短縮するためには、加熱時間及び冷却時間を短縮する必要がある。そのためには、加熱炉内の部材の熱容量を減少させ、速やかな昇温及び降温を可能にすることが必要である。

ところで、従来の熱処理装置においては、反応容器が二重管構造を有しているため、熱容量が大きく、急速加熱および急速冷却には向かない構造であった。そのため、近年の半導体処理装置のスループット向上の要請に、十分応じられないという問題があった。

### 発 明 の 要 旨

本発明は、急速昇温及び急速降温に適した熱処理装置であって、かつ、シリコンウェハのような被処理体への加熱の不均一性を改善した熱処理装置を提供することを目的としている。

さらに本発明の他の目的は、温度管理が容易で、かつ、パーティクルの発生を効果的に防止することができる熱処理装置およびこれを用いた熱処理方法を実現することである。

本発明は、上端に開口部を有する加熱炉本体と、前記加熱炉本体の内壁に設置された加熱手段と、前記加熱炉本体の内部に収容された単一の管からなる反応容器と、前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、前記排気配管接続部の周囲に設けられた第1温度制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

本発明によれば、反応容器が単一の管からなって熱容量が小さいため、迅速な昇降温が可能である。また、第1温度制御手段によって排気配管接続部の温度が制御されることにより、排気配管接続部におけるパーティクルの発生を効果的に防止できる。

好ましくは、前記排気配管接続部には、前記反応容器の内部の雰囲気気を排気するための排気配管が接続されており、前記排気配管の周囲には、第2温度制御手

段が設けられている。この場合、好ましくは、前記第1温度制御手段と前記第2温度制御手段とは、独立に制御されるようになっている。

また、この場合、好ましくは、前記排気配管接続部の端部には、フランジが形成されており、前記排気配管の端部にも、フランジが形成されており、前記排気配管接続部の端部のフランジと前記排気配管の端部のフランジとが、シール手段を介して気密に接続されている。この場合、好ましくは、前記排気配管接続部の端部のフランジと前記排気配管の端部のフランジとの少なくとも一方に、当該フランジ同士の接続部分の温度を制御するための第3温度制御手段が設けられている。

前記第3温度制御手段は、例えば、フランジ内に設けられた流体流通孔を有する。あるいは、前記第3温度制御手段は、例えば、フランジの近傍に設けられた制御用加熱手段を有する。

また、この場合、好ましくは、前記第1温度制御手段と前記第2温度制御手段と前記第3温度制御手段とは、それぞれ独立に制御されるようになっている。

また、好ましくは、前記排気配管接続部は、屈曲している。この場合、好ましくは、前記排気配管接続部は、約90度の角度で屈曲している。

また、好ましくは、前記排気配管接続部は、前記反応容器と一体であって、前記反応容器から延出するように形成されている。

また、好ましくは、前記排気配管接続部は、前記反応容器の上部の径から徐々に小径化されてなる頸部を有している。この場合、好ましくは、前記排気配管接続部の頸部の近傍において、補助加熱手段が設けられている。

前記の各温度制御手段は、例えば、断熱材である。あるいは、前記の各温度制御手段は、例えば、抵抗加熱ヒータである。

前記の各温度制御手段は、例えば、可撓性を有する。あるいは、前記の各温度制御手段は、予め成形されている。

また、本発明は、

上端に開口部を有する加熱炉本体と、

前記加熱炉本体の内壁に設定された加熱手段と、

前記加熱炉本体の内部に収容された単一の管からなる反応容器と、

前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、  
前記排気配管接続部の周囲に設けられた第 1 温度制御手段と、  
被処理体を保持し、前記反応容器内に配置される被処理体ポートと、  
を備えた熱処理装置を用いて被処理体を熱処理する方法であって、  
加熱手段によって、被処理体の熱処理を行う工程と、  
第 1 温度制御手段によって、前記排気配管接続部の温度を、被処理体の熱処理  
温度と略同等の温度に制御する工程と、  
を備えたことを特徴とする方法である。

あるいは、本発明は、  
上端に開口部を有する加熱炉本体と、  
前記加熱炉本体の内壁に設定された加熱手段と、  
前記加熱炉本体の内部に收容された単一の管からなる反応容器と、  
前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、  
被処理体を保持し、前記反応容器内に配置される被処理体ポートと、  
前記排気配管接続部に接続された、前記反応容器の内部の雰囲気気を排気するた  
めの排気配管と、

前記排気配管の周囲に設けられた第 2 温度制御手段と、  
を備えた熱処理装置を用いて被処理体を熱処理する方法であって、  
加熱手段によって、被処理体の熱処理を行う工程と、  
第 2 温度制御手段によって、前記排気配管の温度を、150～300℃となる  
ように制御する工程と、  
を備えたことを特徴とする方法である。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態の熱処理装置の概略断面図である。

図 2 は、図 1 の要部の拡大図である。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の熱処理装置の概略断面図である。

図 4 は、従来の熱処理装置の概略断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下図面を用いて本発明の熱処理装置を説明する。

## (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る熱処理装置の概略断面図である。本実施の形態の熱処理装置は、炉本体1と、炉本体1の内部に配設されている反応容器である単管構造のプロセスチューブ5と、プロセスチューブ5から延出して形成されている排気配管接続部6と、排気配管接続部6の端部に衝合して配設されている排気配管7と、を具備している。

本実施の形態の熱処理装置において、炉本体1は、上端に開口部を有している。当該開口部には、炉本体蓋体2が覆設されている。炉本体蓋体2の中央部には、開口部が設けられている。一方、プロセスチューブ5の上端部は、突出して、排気配管接続部6を形成している。従って、プロセスチューブ5が炉本体1の内部に配設された後、炉本体蓋体2の開口部に排気配管接続部6を貫通させて、炉本体1上に炉本体蓋体2が覆設される。炉本体蓋体2は、複数の分割可能な部材を組み合わせる構成されることが、望ましい。

炉本体1の壁面の内部には、抵抗加熱ヒータ（加熱手段）4が設置されている。炉本体1は、ベースプレート3の上に載置されている。抵抗加熱ヒータ4によって、炉本体1は、熱処理プロセスによって差はあるものの、およそ300～1100℃に加熱される。

プロセスチューブ5は、石英ガラスや炭化ケイ素などのセラミックスからなる単管式の反応容器である。プロセスチューブ5は、下端に開口部を有している。当該開口部には、ステンレススチールなどでできているマニホールド5aが接続されている。そして、このマニホールド5aの側方から、少なくとも1本の反応ガス導入管9、9'が挿設されている。この反応ガス導入管9、9'から半導体ウェハ処理用の反応ガスが供給されるように構成されている。マニホールド5aの下部には、図示しないOリングを介して、反応容器下部蓋体10が気密に接続されている。

このプロセスチューブ5の内部には、複数のウェハWを垂直方向に等ピッチで



各々水平に保持する石英製の被処理体ポート 11 が配置される。この被処理体ポート 11 は、当該被処理体ポート 11 の下部からの熱の散逸を抑止するため、保温筒 12 上に配置されている。そして、この保温筒 12 は、被処理体ポート 11 を回転自在にするターンテーブル 13 上に載置されている。このターンテーブル 13 は、回転軸 14 に接続されている。回転軸 14 は、磁性流体シール 15 によって気密が維持されながら反応容器下部蓋体 10 の中央部に開設された開口部を貫通して、昇降機構 16 に回転自在に軸支されている。昇降機構 16 は、被処理体ポート 11 を上下に昇降自在に保持するようになっている。

プロセスチューブ 5 の上端部からは、プロセスチューブ 5 の本体の最大直径より小径の排気配管接続部 6 が、プロセスチューブ 5 と一体に延出形成されている。排気配管接続部 6 は、炉本体蓋体 2 の開口部を貫通して、炉本体 1 の外部に突出するようになっている。

排気配管接続部 6 の炉本体蓋体 2 の上部に突出している部分は、加熱装置の加熱領域外に存在するので、温度低下が生じやすい。このため、図 2 に示すように、排気配管接続部 6 の鉛直部の周囲には、鉛直部第 1 温度制御手段 8 a が配置されており、排気配管接続部 6 の水平部には、水平部第 1 温度制御手段 8 b が配置されている。これにより、排気配管接続部 6 の周囲温度と反応容器であるプロセスチューブ 5 本体の温度との間に大きな温度差が生じないように、排気配管接続部 6 の周囲を加熱もしくは保温することができるようになっている。

排気配管接続部 6 の周囲に温度制御手段を配置する理由は、以下の通りである。すなわち、加熱処理炉中で処理を行っている際に反応ガスや生成ガスなどの排気が排気配管接続部に到達した場合、排気配管接続部の温度が比較的低温であると、排気ガスが低温の排気配管接続部 6 において析出物を生じ、排気配管接続部 6 内部に不純物膜が生成されてしまう。この所望しない膜が成長すると、当該膜は次第に剥離しやすくなる。当該膜が剥離するとパーティクルとなって、プロセスチューブ 5 の内部に配置されている被処理体ポート 11 上のシリコンウェハを汚染し得る。このような問題を回避するために、排気配管接続部 6 の温度がプロセスチューブ 5 本体よりも過度に低下しないように、排気配管接続部 6 の周囲に第 1 温度制御手段 8 a, 8 b が設けられている。これにより、所望しない析出物の生

成が防止される。

排気配管接続部 6 に近接して配置される第 1 温度制御手段 8 a, 8 b としては、断熱材もしくは抵抗加熱ヒータを使用することができる。特に、第 1 温度制御手段として抵抗加熱ヒータを使用することが、保温効果を上げるために好ましい。

また、排気配管接続部 6 の温度は、ウェハ処理温度（プロセス温度）と同一温度とすることが好ましい。これによって、プロセスチューブ 5 の上部に配置されたウェハの温度均一性を大幅に向上させることができる。また、この場合、ウェハの温度の均一性を図るために通常ウェハポート 11 の最上段に配置されるダミーウェハを削減できる。これによって、加熱装置の高さも低くできる。

鉛直部第 1 温度制御手段 8 a と水平部第 1 温度制御手段 8 b とは、一体化されたものであっても差し支えない。

前記抵抗加熱ヒータとしては、不純物を含有することの少ないカーボンワイヤ製のヒータが好ましい。また、このヒータは、複雑な形状をしている排気配管接続部 6 に捲回せる可撓性のヒータであってもよいし、排気配管接続部 6 の形状に適合するように予め賦形されたヒータであってもよい。

可撓性のヒータとしては、カーボンファイバを複数本束ねて編成されたワイヤ状の加熱ヒータ本体と、当該加熱ヒータ本体の両端に取り付けられた金属端子と、を有するカーボンワイヤを用いることができる。このような可撓性のヒータは、上記プロセスチューブ 5 の上部の排気配管接続部 6 に捲回して設置することができる。

また、予め賦形されたヒータとしては、前記カーボンワイヤを所定形状に成形して 2 枚の石英ガラス板の間に挟着し、当該石英ガラスを加熱融着して所定形状を固定させた封止ヒータを用いることができる。この石英ガラスによる封止ヒータは、不純物汚染の可能性が極めて低いため、本発明のために好適に使用できる。

いずれの場合においても、不純物による汚染を避けるためには、温度制御手段の配設が簡単に行えるように装置設計を行うことが望ましい。

図 1 に示すように、排気配管接続部 6 は、前記プロセスチューブ 5 の側面方向に向かって約 90 度の角度で屈曲していることが好ましい。排気配管接続部 6 と排気配管 7 とが接続されている部分の温度がプロセスチューブ 5 の本体温度より

も低下していると、当該部分において、排気ガス中に残留している反応ガスや生成ガスが冷却され、固化して、不純物膜を形成してしまう。そして当該不純物膜が剥離するとパーティクルが発生してしまう。従って、当該接続部分が被処理体ボートの直上部に位置されていると、当該接続部分において発生したパーティクルが、被処理体ボート上に直接落下し、シリコンウェハの汚染を招くことになる。従って、たとえば排気配管接続部 6 と排気配管 7 との接続部分においてパーティクルが発生したとしても直接被処理体ボートに落下しないように、排気配管接続部 6 の形状を屈曲させることが望ましい。

さらに、排気配管接続部 6 を屈曲させることによって、プロセスチューブ 5 を加熱している抵抗加熱ヒータ 4 からの放射熱が、排気配管接続部 6 の端部に形成されているフランジ 17 a、排気配管 7 の端部に形成されているフランジ 17 b および排気配管 7 を直接照射することがない。このため、これらの部材の温度制御が容易である。この点からは、排気配管接続部 6 の端部は、プロセスチューブ 5 本体の側壁面の延長線付近まで延出していることが望ましい。

図 2 に示すように、排気配管接続部 6 の端部に形成されたフランジ 17 a に、排気配管 7 側のフランジ 17 b が、フッ素樹脂系などのエラストマーでできている O リング 18 を介して気密を保持するように衝合固定されている。

O リング 18 (エラストマー) の耐熱温度は、通常 300℃程度である。従って、O リング 18 が高温に加熱されると、O リング 18 は性能劣化して気密保持性が低下する。このような気密保持性の低下を防止するため、O リング 18 に近接する部分の温度を制御する必要がある。本実施の形態では、フランジ 17 b に温度制御のための流体通路 19 が形成され、当該流体通路 19 に冷却水のような温度制御用の流体が流されている。これにより、フランジ 17 b の温度が最適に制御されるようになっている。また、図 2 に示すように、排気配管 7 側のフランジ 17 b の側壁部に沿って抵抗加熱ヒータ (第 3 温度制御手段) 8 c を配置することによって、さらに温度分布を精度よく制御することができる。

排気配管接続部 6 の端部に接続される排気配管 7 には、図示しない真空ポンプ等の吸引手段が接続される。これにより、プロセスチューブ 5 内が真空引きされると共に、残存反応ガスや生成ガスなどがプロセスチューブ内から排気されるよ

うに構成されている。

本実施の形態では、排気配管 7 の周囲に第 2 温度制御手段 8 d が配設されている。これにより、さらに精度の高い温度制御が可能となっている。第 2 温度制御手段 8 d としては、電気加熱ヒータが、制御が容易であることから望ましい。排気配管 7 の温度は、150～300℃の範囲に制御されることが好ましい。特に好ましい排気配管 7 の温度は、200℃である。このような温度制御によって、プロセスチューブ 5 からの排気が排気配管 7 を通過しても、排気配管 7 中に不要な析出物である不純物膜が生じることが防止される。

排気配管 7 から排出される排気ガスは、排気配管 7 に接続される図示しない冷却フィンなどを有するトラップによって、冷却される。これにより、プロセスチューブ 5 から排気される排気ガス（残留反応ガスや生成ガスなど）が固化されて捕捉され得る。このトラップは、排気配管 7 の他端部のフランジ（不図示）と排気配管 7 に接続される真空ポンプ（不図示）との間に配設されることが好ましい。

上述のように、本実施の形態の熱処理装置においては、排気配管接続部 6 の温度を制御するための第 1 温度制御手段 8 a、8 b、排気配管 7 側のフランジ 17 b に埋め込まれた温度制御用流体の流通孔（第 3 温度制御手段）19、排気配管 7 側のフランジ 17 b 側壁部に配置された抵抗加熱ヒータ（第 3 温度制御手段）8 c、および排気配管 7 に沿って配設された第 2 温度制御手段 8 d によって、各部材の温度が積極的に制御される。このため、これらの部材付近において不要な固体析出物である不純物膜が生成されること及び当該不純物膜からパーティクルが発生することが効果的に防止され得る。

なお、温度制御の精度を向上するために、各部材の必要部分に温度センサのような温度測定手段を配置して、その計測温度を利用して温度制御を行うことが好ましい。もっとも、簡易には、予め設定された温度制御シーケンスによって温度制御を行ってもよい。

#### （第 2 の実施の形態）

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、反応容器の加熱手段及び温度制御手段の配置を最適化して、被処理体であるシリコンウ

エハなどの基板の熱処理温度の面内均一性を改善し、加熱の不均一に起因する基板の欠陥の発生を防止する。

本実施の形態の熱処理装置を図3に示す。図3において、図1と同等の要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。

図3において、プロセスチューブ5の上部から上方に向かって、プロセスチューブ5の径が小径化されて排気配管接続部6が形成されている。排気配管接続部6の頸部、すなわち、図3において符号25で示される部分、にスパイラル状のヒータ23が配置されている。スパイラル状ヒータ23の端子24は、加熱炉本体1から気密に取り出されている。これにより、図示しない制御装置からの電力供給でスパイラル状ヒータ23が加熱され得る。

スパイラル状ヒータ23は、排気配管接続部6の頸部25の周囲に均等に複数本配置され、ウェハポート11の最上位に位置している被処理体Wの中心近傍の部分を均等に（被処理体Wの中心に対して対称に）加熱するようになっている。ウェハポート11の最上位に位置する基板Wの上面は、排気配管接続部6に対向しており、すなわち、プロセスチューブ5内の雰囲気ガスが排出される通路に面している。また、ウェハポート11の最上位は、本実施の形態における反応容器の加熱手段としての鉛直方向に延びる線状ヒータ4aからも遠く、温度低下が発生しやすい場所となっている。しかし、スパイラル状ヒータ23が配置されて、ウェハポート11の最上位に位置する被処理体Wの中心に近い部分が加熱されることにより、被処理体の面内温度の不均一性が解消され得る。

スパイラル状ヒータ23は、例えば、石英のような電気絶縁性及び耐熱性を有する材料でチューブ状に成形されたチューブ体と、当該チューブ体の内部に配置されたカーボンワイヤヒータと、で構成されている。これらの材質は、石英あるいはカーボンに限定されず、同等の機能を有する材料で置換され得る。

スパイラルヒータ23は、排気配管接続部6の頸部25の周囲に4つ配置されることが好ましい。また、複数のスパイラルヒータ23の内の少なくとも1つは、移動可能となっていることが好ましい。この場合、熱処理装置の組み立てあるいは分解時の作業に支障が生じない。

また、図3において、線状ワイヤ4aは、プロセスチューブ5の外部から被処

理体Wを加熱するための加熱手段であり、カーボンワイヤーの周囲を石英チューブで保護した（包囲した）線状ヒータである。図1の第1の実施の形態では、プロセスチューブ5の周囲を囲繞するようにスパイラル状もしくは円周状にヒータが配置されているが、本実施の形態においては、プロセスチューブ5の管軸方向に延在するように線状ヒータ4aが配置されている。このようなヒータ4aは、熱容量が小さいため、動的な温度特性に優れており、急速昇降温が可能でかつその制御も容易であるという特徴を有している。本実施の形態では、複数本の線状ヒータ4aが、プロセスチューブ5を囲繞するように配置されている。

さらに、図3に示すように、プロセスチューブ5の上部に、単数もしくは複数の上部部分加熱ヒータ28を配置することができる。また、プロセスチューブ5の下部に、ウェハボート11の下部に配置されている被処理体Wを加熱するように、単数もしくは複数の下部スパイラルヒータ26を配置することもできる。

上部部分加熱ヒータ28を配置することによって、プロセスチューブの上部における加熱の均一性を改善することができる。

また、下部スパイラルヒータ26を配置することによって、プロセスチューブ5の下端部を介してのウェハボード11の下部に配置されている被処理体Wの熱の散逸を防止することができる。

上部部分加熱ヒータ28及び下部スパイラルヒータ26は、上記スパイラルヒータ23と同様、石英チューブに収容されたカーボンワイヤーヒータで構成されることが好ましい。上部部分加熱ヒータ28及び下部スパイラルヒータ26の形状は、円形でもよいし、楕円形や、扁平な円形でも良い。上部部分加熱ヒータ28及び下部スパイラルヒータ26の各形状や各配置数については、反応容器内の熱計算に基づいて適宜に設計され得る。

本実施の形態によれば、温度管理が容易で、かつ、パーティクルの発生を効果的に防止することができる。更に、線状ワイヤ4aの熱容量が小さいため、本実施の形態は、急速昇温及び急速降温に適しており、シリコンウェハのような被処理体への加熱の不均一性を格段に改善することができる。

#### （加熱方法）

以下に、上記各実施の形態の熱処理装置を用いて被処理体であるシリコンウエハを加熱処理する方法について説明する。

まず、加熱炉全体が予熱され、反応温度近辺まで昇温される。次いで、被処理体ポート 11 に複数の熱処理すべきシリコンウエハ W が載置される。当該ポート 11 が、炉本体 1 の外部にアンロードされている保温筒 12、回転軸 14、回転軸受け 15 および被処理体ポート昇降機構 16 からなる機構にセットされる。

次いで、被処理体ポート 11 の周囲にプロセスチューブ 5 が覆設され、反応容器下部蓋体 10 とプロセスチューブ 5 とが O リング（不図示）を介して気密に封止される。この段階では、プロセスチューブ 5 の排気配管接続部 6 には、排気配管 7 は接続されていない。

次いで、炉本体 1 の上部開口部を開放したまま、炉本体 1 の下部から、プロセスチューブ 5 により覆設されたウエハボード 11 が所定位置に装填される。その後、炉本体 1 の上部に突出しているプロセスチューブ 5 の排気配管接続部 6 を囲包するように、炉本体蓋体 2 が設置される。炉本体蓋体 2 は、プロセスチューブ 5 の熱が上部から散逸しないように、断熱材で形成されることが望ましい。

その後、排気配管接続部 6 の端部のフランジ 17 a と排気配管 7 の端部のフランジ 17 b とが接続され、更に、排気配管接続部 6 および排気配管 7 に対して各温度制御手段 8 a, 8 b, 8 c, 8 d が配置される。そして、フランジ 17 b の流体流通孔 19 に温度制御用の流体供給手段が接続され、装置の組み立てが完了する。

以下、加熱手段 4, 4 a により炉本体 1 が加熱される際に、温度制御手段 8 a, 8 b, 8 c, 8 d によってプロセスチューブからの排ガスの排出系統の温度が適切な範囲に制御されつつ、図示しない真空ポンプにより炉内の真空引きが行われる。

次いで、反応ガス導入口 8 より、反応ガスが供給されて反応（熱処理）が開始される。

所定時間反応が行われた後、反応ガスの供給が停止される。次いで、窒素ガスが供給されて、プロセスチューブ内に残存しているガス（反応ガスおよび生成ガス）が排出される。真空ポンプによる真空引きは継続され、加熱が停止されて、

加熱炉が冷却される。

以上の工程によって、シリコンウエハの処理が完了する。

以上の発明の実施の形態においては、被処理体としてシリコンウエハの例を取って説明したが、被処理体としてはシリコンウエハに限らず、LCD基板、ガラス基板にも適用できることはもちろんである。

#### (実施例)

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

図1に示すプロセスチューブが、石英ガラスで製作された。

このプロセスチューブを用いて、100枚のシリコンウエハを石英ガラス製のウエハポートに整列搭載し、反応ガスとしてシラン系ガスと、アンモニアガスを用いて、反応温度70.0℃でシリコンウエハ表面に窒化ケイ素膜を70nm成膜した。排気配管接続部6は、カーボンワイヤヒータを用いて、700℃に加熱保温された。

比較例として、図4に示す二重管式のプロセスチューブを用いて、同様の条件で窒素ケイ素膜を形成した。

その結果、本発明の実施例では、予備加熱工程からシリコンウエハ取り出しまで、200分で完了した。これに対して、比較例のプロセスでは、230分間を要した。

また、いずれの例においても、シリコンウエハのパーティクル汚染は発生しなかった。また、ウエハポート上部に搭載されたシリコンウエハにおいても、加熱不均一の現象は生じていなかった。



## 請求の範囲

1. 上端に開口部を有する加熱炉本体と、  
前記加熱炉本体の内壁に設置された加熱手段と、  
前記加熱炉本体の内部に収容された単一の管からなる反応容器と、  
前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、  
前記排気配管接続部の周囲に設けられた第 1 温度制御手段と、  
を備えたことを特徴とする熱処理装置。
2. 前記排気配管接続部には、前記反応容器の内部の雰囲気気を排気するための排気配管が接続されており、  
前記排気配管の周囲には、第 2 温度制御手段が設けられている  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の熱処理装置。
3. 前記第 1 温度制御手段と前記第 2 温度制御手段とは、独立に制御される  
ようになっている  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の熱処理装置。
4. 前記排気配管接続部の端部には、フランジが形成されており、  
前記排気配管の端部にも、フランジが形成されており、  
前記排気配管接続部の端部のフランジと前記排気配管の端部のフランジとが、  
シール手段を介して気密に接続されている  
ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の熱処理装置。
5. 前記排気配管接続部の端部のフランジと前記排気配管の端部のフランジ  
との少なくとも一方に、当該フランジ同士の接続部分の温度を制御するための第  
3 温度制御手段が設けられている  
ことを特徴とする請求項 4 に記載の熱処理装置。

6. 前記第3温度制御手段は、フランジ内に設けられた流体流通孔を有することを特徴とする請求項5に記載の熱処理装置。

7. 前記第3温度制御手段は、フランジの近傍に設けられた制御用加熱手段を有することを特徴とする請求項5または6に記載の熱処理装置。

8. 前記第1温度制御手段と前記第2温度制御手段と前記第3温度制御手段とは、それぞれ独立に制御されるようになっていることを特徴とする請求項5乃至7のいずれかに記載の熱処理装置。

9. 前記排気配管接続部は、屈曲していることを特徴とする請求項2乃至8のいずれかに記載の熱処理装置。

10. 前記排気配管接続部は、約90度の角度で屈曲していることを特徴とする請求項9に記載の熱処理装置。

11. 前記排気配管接続部は、前記反応容器と一体であって、前記反応容器から延出するように形成されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の熱処理装置。

12. 前記排気配管接続部は、前記反応容器の上部の径から徐々に小径化されてなる頸部を有していることを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の熱処理装置。

13. 前記排気配管接続部の頸部の近傍において、補助加熱手段が設けられていることを特徴とする請求項12に記載の熱処理装置。

14. 前記第1温度制御手段は、断熱材であることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の熱処理装置。

15. 前記第1温度制御手段は、抵抗加熱ヒータであることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の熱処理装置。

16. 前記第1温度制御手段は、可撓性を有することを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載の熱処理装置。

17. 前記第1温度制御手段は、予め成形されていることを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載の熱処理装置。

18. 上端に開口部を有する加熱炉本体と、  
前記加熱炉本体の内壁に設定された加熱手段と、  
前記加熱炉本体の内部に收容された単一の管からなる反応容器と、  
前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、  
前記排気配管接続部の周囲に設けられた第1温度制御手段と、  
被処理体を保持し、前記反応容器内に配置される被処理体ポートと、  
を備えた熱処理装置を用いて被処理体を熱処理する方法であって、  
加熱手段によって、被処理体の熱処理を行う工程と、  
第1温度制御手段によって、前記排気配管接続部の温度を、被処理体の熱処理温度と略同等の温度に制御する工程と、  
を備えたことを特徴とする方法。

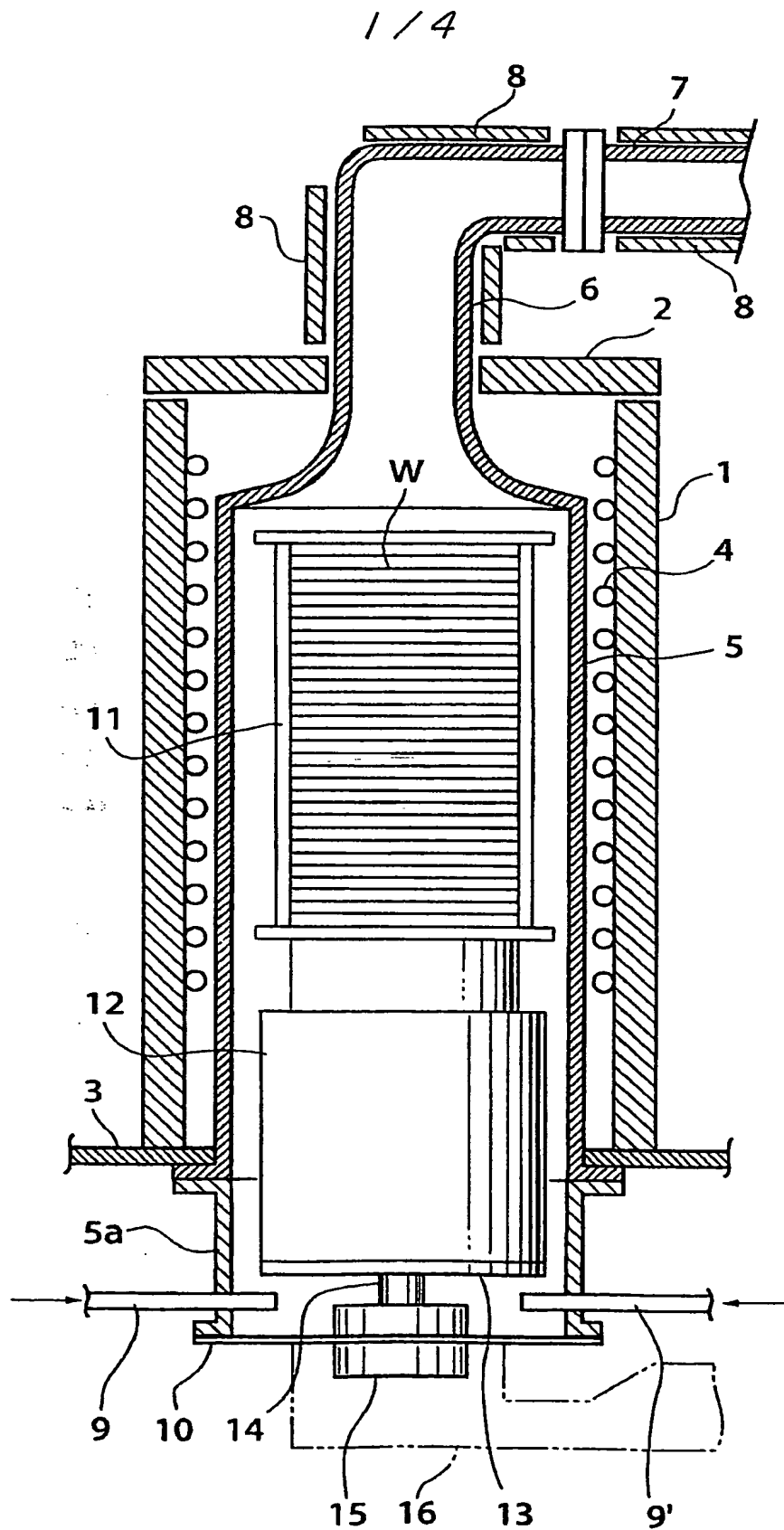
19. 上端に開口部を有する加熱炉本体と、  
前記加熱炉本体の内壁に設定された加熱手段と、  
前記加熱炉本体の内部に收容された単一の管からなる反応容器と、  
前記反応容器の上部に形成された排気配管接続部と、  
被処理体を保持し、前記反応容器内に配置される被処理体ポートと、

前記排気配管接続部に接続された、前記反応容器の内部の雰囲気気を排気するための排気配管と、

前記排気配管の周囲に設けられた第2温度制御手段と、  
を備えた熱処理装置を用いて被処理体を熱処理する方法であって、

加熱手段によって、被処理体の熱処理を行う工程と、

第2温度制御手段によって、前記排気配管の温度を、150～300℃となるように制御する工程と、  
を備えたことを特徴とする方法。



2 / 4

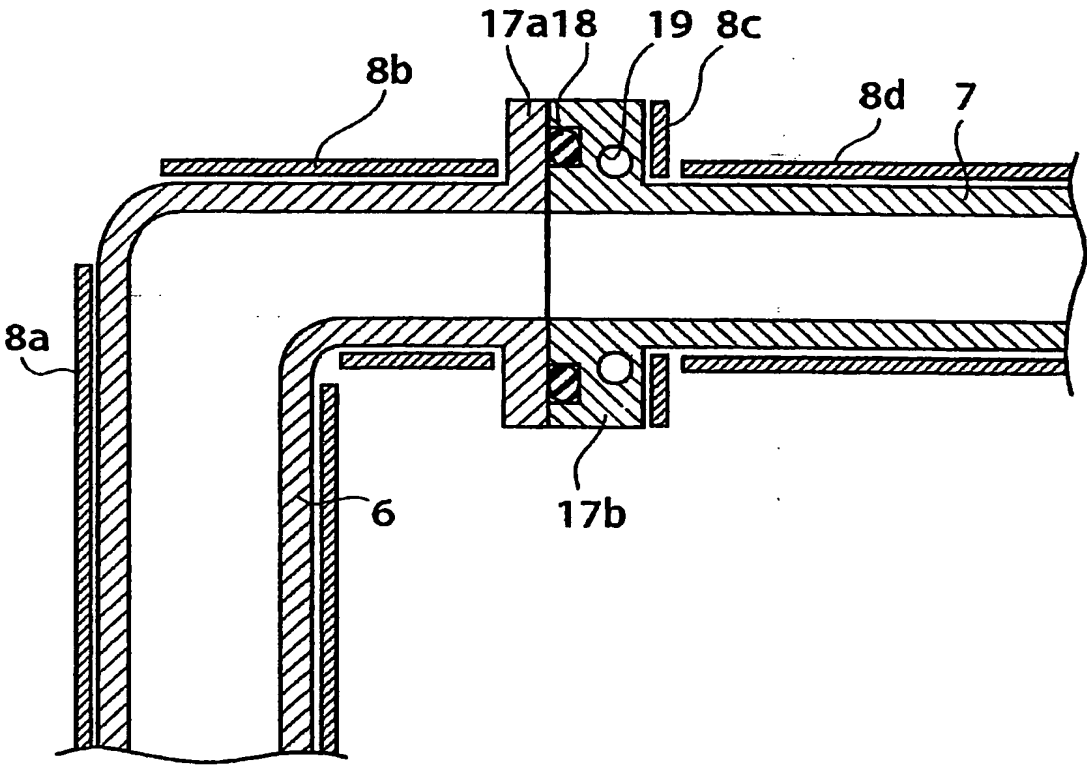


FIG. 2

3 / 4

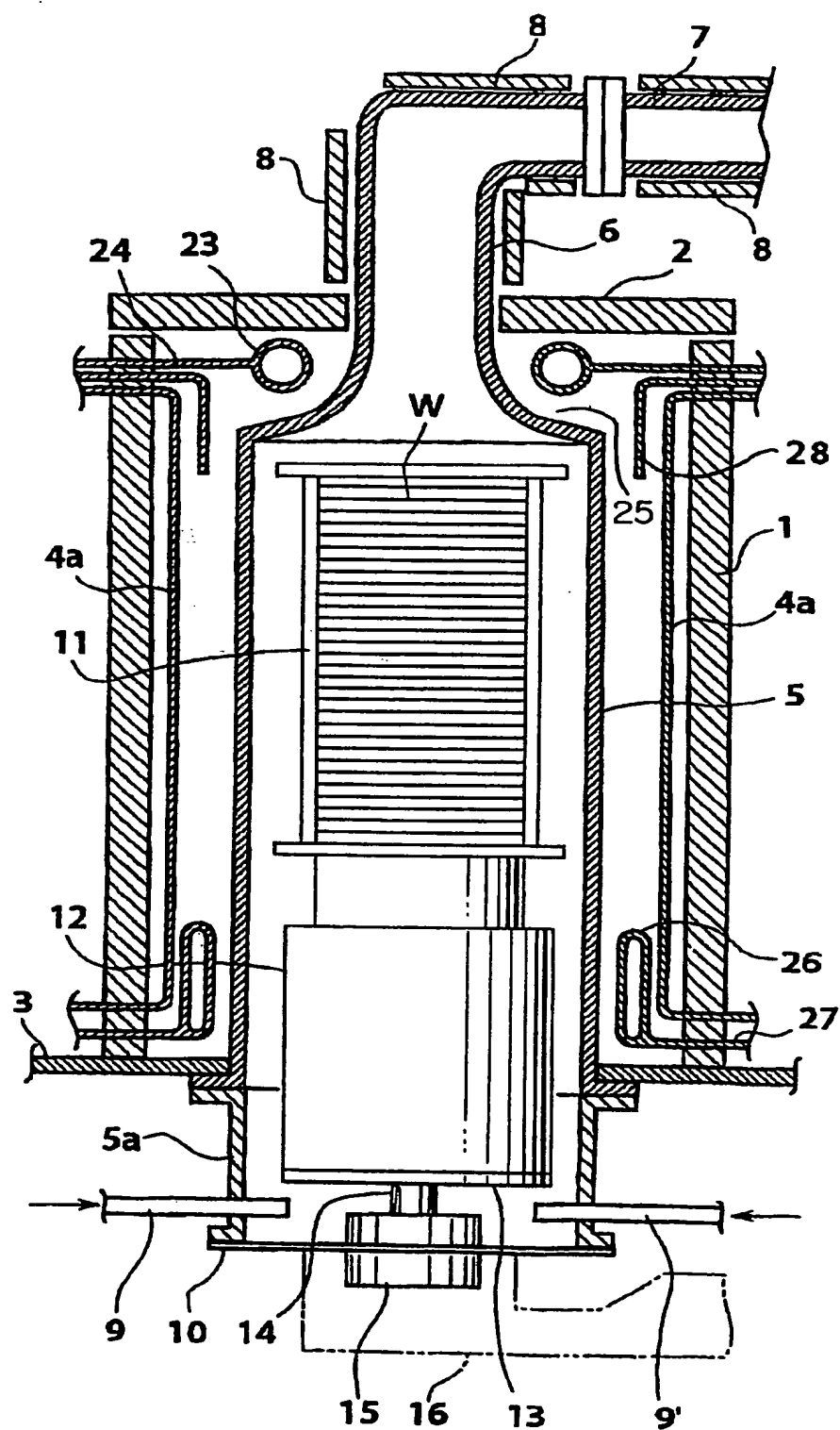


FIG. 3

4/4

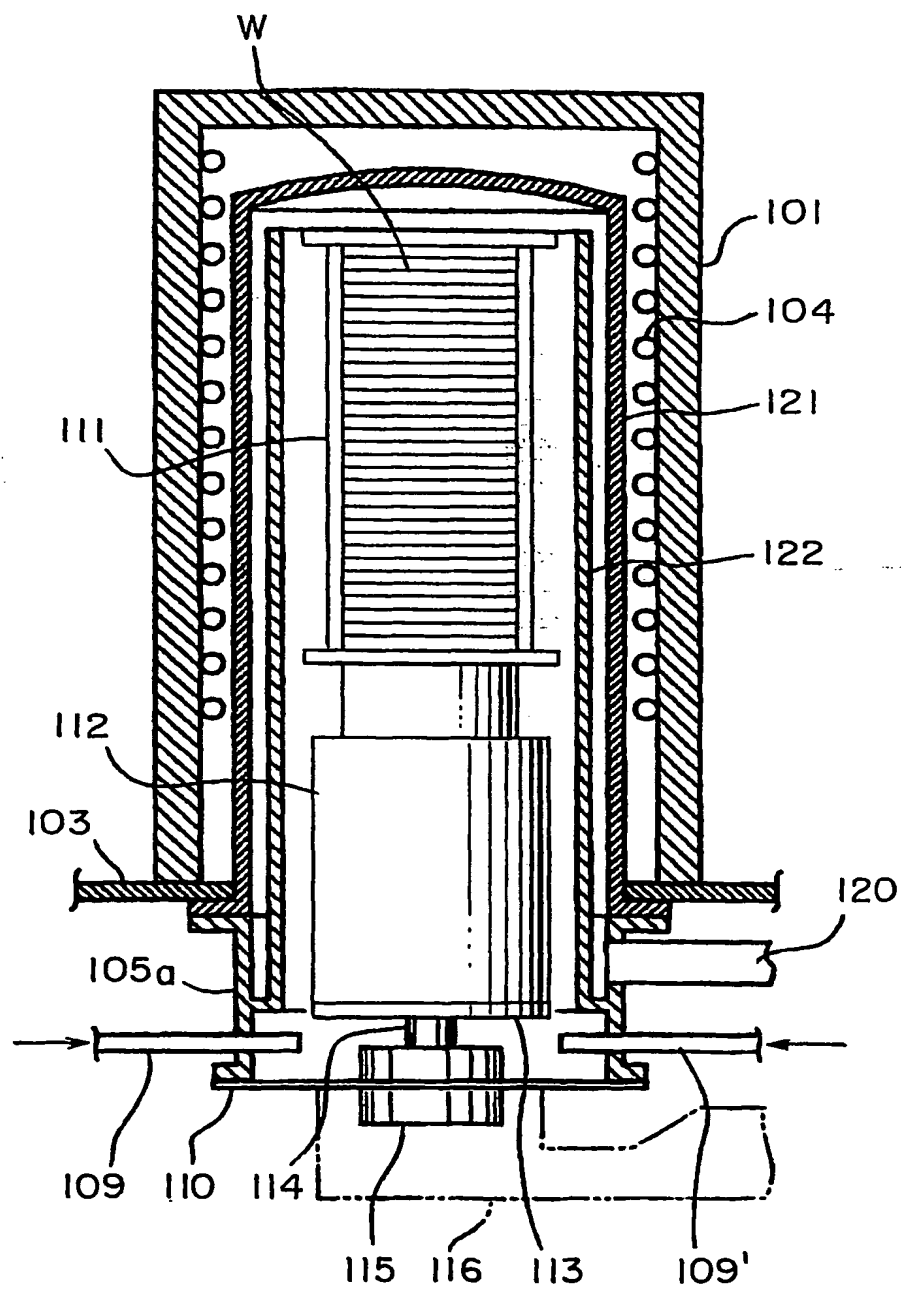


FIG. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10079

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-245273 A (Fujitsu Ltd.), 19 September, 1995 (19.09.95), Full text (Family: none)	1-19
Y	JP 8-124866 A (Tokyo Electron Ltd.), 17 May, 1996 (17.05.96), Full text (Family: none)	1-19
Y	JP 9-82650 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 28 March, 1997 (28.03.97), Full text (Family: none)	5-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 December, 2002 (27.12.02)

Date of mailing of the international search report  
21 January, 2003 (21.01.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP02/10079

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-64912 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 20 March, 1991 (20.03.91), Full text (Family: none)	13-17

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/205

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-245273 A (富士通株式会社), 1995. 09. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-19
Y	JP 8-124866 A (東京エレクトロン株式会社), 1996. 05. 17, 全文 (ファミリーなし)	1-19
Y	JP 9-82650 A (国際電気株式会社), 1997. 03. 28, 全文 (ファミリーなし)	5-17
Y	JP 3-64912 A (日産自動車株式会社), 1991. 03. 20, 全文 (ファミリーなし)	13-17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 12. 02

国際調査報告の発送日

21.01.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田代 吉成



4R

9448

電話番号 03-3581-1101 内線 3470